

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP03/04529

09.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月16日

出願番号

Application Number:

特願2002-112860

[ST.10/C]:

[J P 2002-112860]

出願人

Applicant(s):

三菱電機株式会社

REC'D 06 JUN 2003

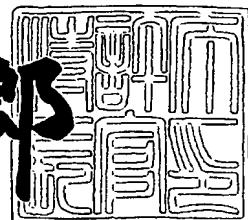
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3036776

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 540180JP01
【提出日】 平成14年 4月16日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 7/32
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 関口 俊一
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 山田 悅久
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 小川 文伸
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 浅井 光太郎
【特許出願人】
【識別番号】 000006013
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
【識別番号】 100102439
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 順平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 映像データ変換装置および映像データ変換方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で動きベクトル等の符号化パラメータを選択して符号化を行う第1の映像符号化方式に従う映像符号化データを入力として、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で符号化パラメータを選択して符号化を行う第2の映像符号化方式に従う映像符号化データへの変換を行う映像データ変換装置であって、

前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである動きベクトルから、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いる動きベクトルの候補を生成する動きベクトルマッピング部と、

前記生成された第2の映像符号化方式における動きベクトルの候補のうち、該動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値と、該動きベクトル候補を用いることによる動きベクトル符号量を評価する値とに基づいて、第2の映像符号化方式において使用する動きベクトルを決定する符号化パラメータ判定部と、

を備えることを特徴とする映像データ変換装置。

【請求項2】 前記動きベクトルマッピング部は、前記第2の映像符号化方式がとりうる動き予測の種類の分だけ動きベクトル候補を生成することを特徴とする請求項1記載の映像データ変換装置。

【請求項3】 さらに、前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである符号化モードに基づき、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位の符号化モードを推定する符号化モード推定部を備え、

前記符号化パラメータ判定部は、符号化モードを決定する際、

前記符号化モード推定部によって推定された符号化モードに基づいて前記第2の映像符号化方式における所定部分領域単位で用いるべき符号化モードを強制的に決定するか、あるいは前記予測誤差評価値と前記動きベクトル符号量の評価値に基づいて前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いるベ

き符号化モードを決定するかを選択して、第2の映像符号化方式において使用すべき符号化モードを判定する

ことを特徴とする請求項1または請求項2記載の映像データ変換装置。

【請求項4】 さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの空間解像度を、水平および垂直方向に各半分の解像度に変換する空間解像度変換部を備えることを特徴とする請求項1～3からいずれかの請求項に記載の映像データ変換装置。

【請求項5】 さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの時間解像度を、フレーム間動き予測に使用しないフレームを間引くことで実現する時間解像度変換部を備えることを特徴とする請求項1～請求項4いずれかの請求項に記載の映像データ変換装置。

【請求項6】 さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの時間解像度を、フレーム間動き予測に使用するフレームを含めて間引くことで実現する時間解像度変換部を備え、

前記動きベクトルマッピング部は、フレーム間動き予測に使用するフレームが間引かれる場合は、間引かれたフレームにおける動きベクトルを利用して、第2の映像符号化方式で用いるべき動きベクトル候補を決定し、

前記符号化モード判定手段は、フレーム間動き予測に使用するフレームが間引かれる場合は、間引かれたフレームにおける符号化モードを利用して、第2の映像符号化方式で用いるべき符号化モードを決定することを特徴とする請求項3または請求項4いずれかに記載の映像データ変換装置。

【請求項7】 前記第1の映像符号化方式は、ISO/IEC 13818-2に規定されるMPEG-2映像符号化方式であり、前記第2の映像符号化方式は、ISO/IEC 14496-2に規定されるMPEG-4映像符号化方式であることを特徴とする請求項1～6からいずれかの請求項に記載の記載の映像データ変換装置。

【請求項8】 映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で一部の符号化パラメータを選択して符号化を行う第1の映像符号化方式に従う映像符号化データを入力として、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で一部の符号化パラメータを選択して符号化を行う第2の映像符号化方

式に従う映像符号化データへの変換を行う際の映像データ変換方法であって、

前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである動きベクトルから、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いる動きベクトルの候補を生成し、

生成した第2の映像符号化方式における動きベクトルの候補のうち、該動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値と、該動きベクトル候補を用いることによる動きベクトル符号量を評価する値とのうち少なくとも一方に基づいて、第2の映像符号化方式において使用する動きベクトルを決定する

ことを特徴とする映像データ変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、各種国際標準の映像圧縮・伸長方式に準拠したビデオ圧縮データの各種変換を行なう映像データ変換装置および映像データ変換方法の技術に関する

【0002】

【従来の技術】

現在、デジタル放送(衛星、地上波、ケーブル)、DVD、ビデオCD、インターネット、モバイルなど、放送・通信・パッケージにまたがる多様なアプリケーションにおいて、MPEGやITU-T H.26xなどの国際標準映像符号化方式が活用されている。これらの符号化方式で圧縮された映像コンテンツを、サポートする符号化方式、伝送ビットレート、空間解像度(フレームサイズ)、時間解像度(フレームレート)などの条件が異なるプラットフォームで再利用する要求が高まっており、これを背景として映像トランスコーディング技術の研究開発が盛んに行われている。

【0003】

特に、MPEGやITU-T H.26xなどの標準映像符号化方式は、一貫して、動き補償予測(Motion Compensation、以下MC)による時間方向の信号冗長度削減、離散コ

サイン変換(Discrete Cosine Transform、以下DCT)による空間方向の信号冗長度削減を基本としているため、符号化データの構文(シンタックス)がある程度共通化されており、このことを利用したビットストリームレベルでの変換を考えることにより、上記標準映像符号化方式を対象として演算負荷を低減したトランスコーディング技術が主に検討されてきている。

【0004】

中でも、NTSC解像度(704×480 画素フレーム、30frames/sec)のMPEG-2ビデオを、SIF(352×240 画素)の低フレームレートMPEG-4もしくはH.263ビデオへ変換する問題は、既存MPEG-2コンテンツの有効活用の観点から実用化要求が高く、ホットトピックとなっている(例えば、Wang Xing Guo, Zheng Wei Guo, and Ishfaq Ahmad, "MPEG-2 To MPEG-4 Transcoding", Workshop and Exhibition on MPEG-4 (WEMP) 2001.など)。

【0005】

このような映像トランスコーディング技術においては、トランスコーダ入力のMPEG-2ビデオストリームに含まれる動きベクトルを、MPEG-4符号化に利用可能な動きベクトルへ変換する処理が重要となる。縦横1/2の解像度変換が行われるため、入力MPEG-2ストリームの4つのマクロブロック領域が、ちょうどMPEG-4符号化時の1マクロブロックの領域に対応する。この問題は、もとの最大4本の動きベクトルから、解像度変換後の動きベクトルを推定する問題であり、これまで多くの検討報告がなされている。例えば、B.Shen他、"Adaptive Motion-Vector Resampling for Compressed Video Downsampling"; IEEE Transactions on Circuits And Systems for Video Technology, vol.9, no.6, Sep.1999では、入力圧縮データにおいて予測残差が大きい動きベクトルに大きな重みをかけて4つの動きベクトルの重み付け平均をとる手法を報告している。これはいわば、入力圧縮データ中の予測残差信号を判断基準として、そのアクティビティ値に基づいて変換すべき動きベクトルの値を決定する手法であり、M.R.Hashemi他、"Compressed Domain Motion Vector Resampling for Downscaling of MPEG Video", IEEE International Conference on Image Processing, Kobe, Japan, Oct.1999においてもその变形が報告されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、これらの技術はいずれも、変換すべき動きベクトルが1本のケースに適用が限定されるほか、変換後の動きベクトルの符号化性能の意味での最適性を保証するものではない、という課題があった。

【0007】

そこで、本発明は、従来技術に述べた第1映像符号化方式から第2の映像符号化方式へのトランスコーディングの際に、従来技術では十分に検討されなかった第2の映像符号化方式へのインパクトを考慮した動きベクトル再利用や符号化モード判定を行なうことのできる映像データ変換装置および映像データ変換方法を提供することを目的とする。

【0008】

また、インターレース信号からプログレッシブ信号への変換に際して、フィールド単位の動きベクトルからプログレッシブフレーム単位の動きベクトルに変換するための工夫も併せて提供する。

【0009】

なお、本発明は、MC+DCT映像符号化方式を対象とするトランスコーディング全般について適用可能である。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明では、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で動きベクトル等の符号化パラメータを選択して符号化を行う第1の映像符号化方式に従う映像符号化データを入力として、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で符号化パラメータを選択して符号化を行う第2の映像符号化方式に従う映像符号化データへの変換を行う映像データ変換装置であって、前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである動きベクトルから、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いる動きベクトルの候補を生成する動きベクトルマッピング部と、前記生成された第2の映像符号化方式における動きベクトルの候補のう

ち、該動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値と、該動きベクトル候補を用いることによる動きベクトル符号量を評価する値に基づいて、第2の映像符号化方式において使用する動きベクトルを決定する符号化パラメータ判定部と、を備える映像データ変換装置であることを特徴とする。これによって、第2の映像符号化方式における符号化性能のインパクトを考慮した動きベクトル変換を可能となる。

【0011】

特に、前記動きベクトルマッピング部は、前記第2の映像符号化方式がとりうる動き予測の種類の分だけ動きベクトル候補を生成する映像データ変換装置であることを特徴とする。

【0012】

また、さらに、前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである符号化モードに基づき、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位の符号化モードを推定する符号化モード推定部を備え、前記符号化パラメータ判定部は、符号化モードを決定する際、前記符号化モード推定部によって推定された符号化モードに基づいて前記第2の映像符号化方式における所定部分領域単位で用いるべき符号化モードを強制的に決定するか、あるいは前記予測誤差評価値と前記動きベクトル符号量の評価値に基づいて前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いるべき符号化モードを決定するかを選択して、第2の映像符号化方式において使用すべき符号化モードを判定する映像データ変換装置であることを特徴とする。これによって、第2の映像符号化方式における符号化性能のインパクトを考慮した符号化方法の選択を可能とする。

【0013】

また、さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの空間解像度を、水平および垂直方向に各半分の解像度に変換する空間解像度変換部を備える映像データ変換装置であることを特徴とする。

【0014】

また、さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの

時間解像度を、フレーム間動き予測に使用しないフレームを間引くことで実現する時間解像度変換部を備える映像データ変換装置であることを特徴とする。

【0015】

また、さらに、前記第1の映像符号化方式によって符号化された映像データの時間解像度を、フレーム間動き予測に使用するフレームを含めて間引くことで実現する時間解像度変換部を備え、前記動きベクトルマッピング部は、フレーム間動き予測に使用するフレームが間引かれる場合は、間引かれたフレームにおける動きベクトルを利用して、第2の映像符号化方式で用いるべき動きベクトル候補を決定し、前記符号化モード判定手段は、フレーム間動き予測に使用するフレームが間引かれる場合は、間引かれたフレームにおける符号化モードを利用して、第2の映像符号化方式で用いるべき符号化モードを決定する映像データ変換装置であることを特徴とする。これらによって、時間や空間解像度の変更を伴う映像データ変換が可能とする。

【0016】

また、前記第1の映像符号化方式は、ISO/IEC 13818-2に規定されるMPEG-2映像符号化方式であり、前記第2の映像符号化方式は、ISO/IEC 14496-2に規定されるMPEG-4映像符号化方式である映像データ変換装置ことを特徴とする。

【0017】

また、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で一部の符号化パラメータを選択して符号化を行う第1の映像符号化方式に従う映像符号化データを入力として、映像信号の各フレームを所定部分領域に分割し、その単位で一部の符号化パラメータを選択して符号化を行う第2の映像符号化方式に従う映像符号化データへの変換を行う際の映像データ変換方法であって、前記第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである動きベクトルから、前記第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いる動きベクトルの候補を生成し、生成した第2の映像符号化方式における動きベクトルの候補のうち、該動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値に基づいて、第2の映像符号化方式において使用する動きベクトルを決定する映像データ変換方法であることを特徴とする。これによって、第2の映像符号

化方式における符号化性能のインパクトを考慮した動きベクトル変換を可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

本実施の形態1では、MPEG-2ビデオデータを入力とし、空間解像度が縦横1/2にダウンサンプリングされたMPEG-4ビデオデータを出力する映像トランスコーダについて説明する。以下の説明では、MPEG-4はMPEG-4シンプルプロファイルに準拠する符号化方式とする。

【0019】

図1に、本実施の形態1におけるトランスコーダの内部構成を示す。本トランスコーダは、MPEG-2デコーダ部2、MPEG-4エンコーダ部10が、空間解像度変換部としての解像度変換部6、動きベクトルマッピング部7、符号化モード推定部8を介してカスケード接続された構成であらわされる。

【0020】

MPEG-2デコーダ部2において一旦復号画像を生成し、解像度変換部6において画素領域で縦横1/2のサイズへ解像度変換を行った後、MPEG-4エンコーダ部10で符号化を行う。この際、MPEG-4エンコーダ部10の動きベクトル検出処理を省略するため、動きベクトルマッピング部7において、MPEG-2ビデオストリームから取り出した動きベクトルを、MPEG-4符号化に利用可能な動きベクトルへ変換する。さらに、符号化モード推定部8において、MPEG-2ビデオストリームから取り出した符号化モード情報から、MPEG-4符号化で利用すべき符号化モード情報に関する方針を決定する。

【0021】

以下、図1に基づいて本トランスコーダの動作を詳しく説明する。

①. 入力MPEG-2ビデオストリームの復号処理

まず、MPEG-2準拠の符号化方式で圧縮された入力圧縮データ1がMPEG-2デコーダ部2に入力される。MPEG-2デコーダ部2では、可変長復号部2AにおいてMPEG-2規格に従い入力圧縮データ1のシンタックス解析が行われ、符号化モード情報

3、および動きベクトル情報4、予測残差信号符号化データ2Bが生成される。

予測残差信号符号化データ2Bは、逆量子化部2C、逆DCT部2Dを経て、予測残差信号復号値2Eに復号される。

【0022】

動きベクトル情報4は、動きベクトル値そのものだけでなく、フレーム予測かフィールド予測かを示すフラグなど、MCに関わるすべての情報を含むものとする。これは動き補償部2Fへ入力され、フレームメモリ2G中に格納される参照画像データ2Hと動きベクトルとに従い、予測画像2Iが生成される。予測残差信号復号値2Eと予測画像2Iが加算されて、復号画像5が生成される。復号画像5は、MPEG-2デコーダ部2の出力として、解像度変換部6へ出力されるとともに、以後のフレームの動き補償に参照画像として用いるため、フレームメモリ2Gに格納される。

【0023】

②. 解像度変換処理

MPEG-2復号画像5は、空間解像度変換部としての解像度変換部6において、所定のダウンサンプルフィルタに基づいた画素間引きにより、例えば縦横1/2の空間解像度へ縮小される。この結果がMPEG-4エンコーダ部10への入力画像9となる。なお、本実施の形態1では、時間方向の解像度変換は、例えば、S.J.Wee他, "Field-to-frame Transcoding with Spatial And Temporal Downsampling", IEEE International Conference on Image Processing, Kobe, Japan, Oct.1999で開示されるように、MPEG-2ストリーム中にBフレーム(両方向予測フレーム)が存在する場合に、Bフレームを間引くことでフレームレートを削減する処理のみを許容する。これは、Bフレームは、I(イントラ)またはP(片方向予測)フレームとは異なり、それ自身を別のフレームの予測に使用されないため、これを間引くことによって他のフレームの品質に影響が及ぶことがないからである。例えば、I(イントラ)またはP(片方向予測)フレームの間にBフレームを2フレーム挿入する符号化パターンがよく用いられているが、この場合、Bフレームをすべて間引くことによって、フレームレートを1/3に低減することが可能である。また、本実施の形態1では、MPEG-2のI(イントラ)フレームはMPEG-4でもI(イントラ)フレー

ムのままとし、同じくMPEG-2のP(片方向予測)フレームはMPEG-4でもP(片方向予測)フレームとして変換を行うものとする。

【0024】

③. 動きベクトルマッピングおよび符号化モード選択処理

以下、本発明のポイントである、動きベクトルマッピング処理ならびに符号化モード選択処理について説明する。なお、本プロセスは、図1における動きベクトルマッピング部7、符号化モード推定部8、およびMPEG-4エンコーダ部10の構成要素である符号化パラメータ判定部10Bとの連携によって実行される。

【0025】

図2に、本プロセスに関する動作フローチャートを示す。

MPEG-2復号画像5と、MPEG-4エンコーダ部入力信号9とは、空間解像度が縦横1/2であるので、以下説明する処理手順は、MPEG-2の2×2個のマクロブロック、すなわちMPEG-4の1マクロブロックを単位として実行されるものとする。

【0026】

図3に、この様子を示す。

MPEG-4では、マクロブロックに対して1本もしくは4本の動きベクトルを割り当てられるため、動きベクトルのマッピングの方法としては、図3(A)のように、4本のMPEG-2動きベクトルから1本のMPEG-4動きベクトルへの変換する場合と、図3(B)のように、4本のMPEG-2動きベクトルから4本のMPEG-4動きベクトルへの変換の2通りがある。

【0027】

1) 事前の強制符号化モード判定(ステップS0)

まず、符号化モード推定部8において、図3に示すMPEG-2の2×2マクロブロック内の符号化モード分布の様子を調べる。4つのマクロブロックすべてがINTRモードである場合、および4つのマクロブロックすべてがSKIPモードである場合は、それぞれMPEG-4符号化で用いるべき変換後の符号化モードは強制的にINTR、SKIPとする。この場合には、動きベクトルはすべてゼロとし、以降のステップをスキップする。

【0028】

なお、INTRAモードとは、動き予測を用いずフレーム内で符号化するモード、SKIPモードとは、参照画像中の同一位置の画像データをそのままコピーするモードで、符号化情報を伝送しないモードのことである。

【0029】

この結果、4つのマクロブロックのいずれかに動き予測モードを含んでいるケースについてのみ、INTERモード、すなわち動きベクトルを用いて動き予測を行うモードを採用することで符号化効率がよくなる可能性が含まれるケースとみなされる。ただし、この場合、以下の手順2)以降のプロセスに従い、とりうるMPEG-4符号化モードのうち符号化効率の意味で最適なモードを再度決定する。

【0030】

したがって、符号化モード推定部8の出力12には、強制的にINTRA、強制的にSKIP、もしくはINTERモードの可能性がある、という3ケースの選択肢が出力される。

【0031】

2) 動きベクトル候補の選定

上記1)においてINTERモードの利用価値があると判断された場合は、MPEG-2エンコーダ部2内の可変長復号部2Aから出力される 2×2 マクロブロック分のMPEG-2の動きベクトルから、MPEG-4エンコーダ部10にて用いる動きベクトルの候補を定める。本プロセスは、動きベクトルマッピング部7において実施される。MPEG-2はインタレース信号の圧縮符号化をサポートし、フレームを符号化単位とするフレーム構造符号化、フィールドを符号化単位とするフィールド構造符号化の2つの符号化モードのいずれかを選択できる。フレーム構造符号化では、 16×16 画素からなるマクロブロックをフレーム画像領域で構成し、フィールド構造符号化ではフィールド画像領域でマクロブロックを構成する。フレームは、トップフィールド(上部ラインを構成するフィールド)と、ボトムフィールド(下部ラインを構成するフィールド)をくし状に組合せた画像データとして定義されるため、フィールド構造符号化におけるマクロブロックは、フレーム画像領域におけるマクロブロックに対して、垂直方向をカバーする領域が2倍になる。

【0032】

図4は、MPEG-2のPフレームにおける動き予測モードと対応する動きベクトルの様子を示したものである。図4(A)はフレーム構造符号化時に利用可能な動き予測モードで、同図(B)はフィールド構造符号化時に利用可能な動き予測モードである。図4(A)において、フレーム予測は、フレーム画像からなるマクロブロックを1本の動きベクトル v_{fr} で予測する。フィールド予測は、フレーム画像からなるマクロブロックの個々のフィールド領域に対して、個別の動きベクトル v_{tf} および v_{bf} で予測を行う。このとき、参照するフィールドがトップフィールドかボトムフィールドかを選択することが可能である。デュアルプライム予測は、1本のフィールドベクトル v で同一フィールド位置から第1の予測画像を生成する(トップフィールドの予測はトップフィールドを参照、ボトムフィールドの予測はボトムフィールドを参照)とともに、別フィールド位置からはベクトル v をフィールド間距離に基づいてスケーリングした結果に微小ベクトル dmv を加算した動きベクトルで第2の予測画像を生成して、第1および第2の予測画像の加算平均を個々のフィールドの予測画像として用いるものである。

【0033】

図4(B)において、フィールド予測は、フィールド画像からなるマクロブロックを1本の動きベクトル v_{fi} で予測する。 16×8 予測は、フィールド画像からなるマクロブロックを上下 16×8 の2つの領域に分割し、それぞれを個別の動きベクトル $v_{fi,upper}$ および $v_{fi,lower}$ で予測する。デュアルプライム予測は、フレーム構造符号化の場合のルールをフィールドに適用した予測を行う。

【0034】

動きベクトルマッピング部7では、以上のMPEG-2動き予測モードに対応して、MPEG-4符号化のための動きベクトルを生成する。本実施の形態1では、MPEG-4符号化に利用する動きベクトルは、以下の手順で選定する。

【0035】

2-1) INTER4Vモード用動きベクトル候補の選定(ステップS1)

MPEG-2のマクロブロックの単位に定義される動きベクトルを、その予測の性質に応じて解像度変換後の動きベクトルのスケールにダウンスケールし、MPEG-2の 2×2 マクロブロックの領域に対応する4本の動きベクトルを一意に定め、それ

ら動きベクトルを、MPEG-4のINTER4Vモードのための動きベクトル候補とする。INTER4Vモードとは、フレーム画像領域で定義される 16×16 画素からなるマクロブロック領域を4つの 8×8 画素ブロックに分割し、それぞれ個別の動きベクトルで予測するモードのことである。図3(B)のケースに該当する。本ステップについては、以下のルールに基づいてINTER4Vモードのための動きベクトル候補を選定する。

【0036】

○フレーム構造符号化の場合

[フレーム予測の場合]

動きベクトル v_{fr} を水平垂直各 $1/2$ した動きベクトルを候補とする。

【0037】

[フィールド予測の場合]

トップフィールドの動きベクトル v_{tf} を、水平方向 $1/2$ した動きベクトルを候補とする。

【0038】

[デュアルプライム予測の場合]

トップフィールドのための動きベクトル v および $\alpha v + dm v$ の平均値を、水平方向 $1/2$ した動きベクトルを候補とする。

【0039】

○フィールド構造符号化の場合

以下、トップフィールドの予測に用いるベクトルについてのみ抽出を行う。

[フィールド予測の場合]

動きベクトル v_{fi} を水平方向に $1/2$ 、垂直方向に $1/4$ した動きベクトルを候補とする。

【0040】

[16×8 予測の場合]

動きベクトル $v_{fi,upper}$ と $v_{fi,lower}$ を平均し、水平垂直各 $1/2$ した動きベクトルを候補とする。

【0041】

[デュアルプライム予測の場合]

動きベクトル v および $\alpha v+dmv$ の平均値を、水平方向に1/2、垂直方向に1/4した動きベクトルを候補とする。

【0042】

2-2) INTERモード対応動きベクトル候補の選定(ステップS2)

上記定められた4本の動きベクトルから、MPEG-4のINTERモードのための動きベクトルを定める。INTERモードとは、フレーム画像領域で定義される 16×16 画素からなるマクロブロック領域を1本の動きベクトルで予測するモードのことである。図3の(A)のケースに該当する。これは、例えば、B.Shen他、"Adaptive Motion-Vector Resampling for Compressed Video Downsampling", IEEE Transactions on Circuits And Systems for Video Technology, vol.9, no.6, Sep. 1999に開示される方法で決定することが考えられる。

【0043】

以上1-1), 1-2)で選定されるINTER用、INTER4V用動きベクトル候補は、動きベクトルマッピング情報11として、MPEG-4エンコーダ部10へ入力される。

【0044】

3) 符号化モード判定

上記2)により、MPEG-4のINTERおよびINTER4Vで利用すべき動きベクトルの候補が選定されたため、残る符号化モードの可能性としてINTRA、SKIPのうち、最も符号化効率のよいモードを選択する。この結果として、最終的な符号化モードと動きベクトルが決定される。この処理は、符号化パラメータ判定部10Bで実行される。

【0045】

このモード判定処理に、判定基準として、下式に示すレート歪コスト J_m を用いる。

【0046】

【数1】

$$(m^*, v_m^*) = \arg \min_{m \in M} J_m$$

$$J_m = \alpha_m E_m + \lambda R_{v_m}$$

【0047】

同式において、 m は符号化モード種別、 v_m はモード m の場合の動きベクトル、 M はモード種別の集合($M=(\text{INTRA}, \text{SKIP}, \text{INTER}, \text{INTER4V})$)、 α_m はモード m に応じて定まる定数、 E_m はモード m 使用時の予測誤差評価値、 R_{v_m} は動きベクトルが v_m の場合の動きベクトル符号量、 λ は正の定数、 m^* 、 v_m^* は本評価の結果選定される符号化モードと動きベクトルである。なお、この3)の符号化モード判定の際、予測誤差評価値と、動きベクトル符号量とのどちらか一方のみに基づくようにしても良い。

【0048】

E_m としては、SKIP, INTER, INTER4Vモードに関しては、例えば、入力信号9と、動きベクトル v_m を用いて動き補償部10Aから得られる予測画像候補との間の差分絶対値和などで定義することができる。なお、SKIPの場合の動きベクトル v_m はゼロであり、 R_{v_m} もゼロであるとする。同じ評価式でINTRAモードも評価を行うために、INTRAモードの E_m としては、入力信号9におけるマクロブロック内の輝度信号平均値を予測画像候補とみなし、それを入力信号9から差し引いた差分の絶対値和を用いることができる。なお、 E_m は輝度信号のみでなく、色差成分(Cb, Cr成分)を加味して定義するように構成してもよい。

【0049】

MPEG-2およびMPEG-4の符号化対象映像の色成分サンプル比は多くの場合Y:Cb:Cr=4:2:0(輝度成分 16×16 画素領域に対して、 8×8 画素領域のCb, Cr成分が対応するケース)を用いることが多いので、例えば、Cb, Crのそれぞれの 8×8 領域の平均値(DC成分)を上記INTRAモードの輝度成分のケースと同様、予測画像候補とみなし、入力信号9のCb, Cr各成分から該平均値を差し引いた差分絶対値和を加味するように構成できる。これによって、輝度パターンの類似度だけでなく、色の類似度も考慮した動きベクトルを評価することが可能となり、視覚的に

目立ちやすい色ずれによる劣化を抑制することができる。

【0050】

また、INTRAモードでは動きベクトルの符号量 R_{vm} がゼロである一方、符号化すべきDCT係数が多くなるため、重み α_m によってあらかじめ E_m に対する評価の重みを変更しておく。これによって、擬似的にINTRAモードのDCT係数符号量の加算分を考慮したモード判定を行うことが可能となる。

【0051】

尚、 E_m に対する評価の重み付けは重み α_m の乗算でなく、オフセット値 O_m の加算で実現してもよい。また、 λ の値としては、例えば、Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, "Rate-Distortion Optimization for Video Compression", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 15, no. 6, pp. 74-90, Nov. 1998.に開示される以下の値を用いることができる。ただし、Qpは、符号化対象マクロブロックの量子化ステップパラメータである。

【0052】

【数2】

$$\lambda = \sqrt{0.85 * Qp^2}$$

【0053】

図2のフローでは、便宜上、 m をカウンタとして定義し、 m のループ処理の形式で上記プロセスを記述している。符号化モード推定部8の出力12から、INTERモードの評価値があると判断される場合に、 m およびコスト評価値min_Jを初期化して(ステップS3)処理を開始する。

【0054】

$m=3$ (INTRA)か否かの判定(ステップS4)を経て、INTRAである場合は、当該マクロブロック内の輝度値の平均値を算出する(ステップS5)。さもなくば、動きベクトルマッピング情報11から定まる動きベクトル v_m を用いて動き補償部10Bを利用して予測画像候補を得る(ステップS6)。ステップS5またはステップS6の結果は、入力信号9であらわされる符号化対象マクロブロックの輝度信号との間で差分絶対値和が計算され、それを上記 E_m としてコスト J_m を算出する(ステップS7)。

ステップS8、S9において、コスト最小となるモード■への候補更新が行なわれ、ステップS10で■をインクリメントし、ステップS11でループが終了するまで上記処理を継続する。

【0055】

以上の手順により、ステップS0でINTERモードの利用価値があると判断されるケースでは、MPEG-4符号化においてとりうるすべての符号化モードを対象として最適なモード選択ならびにそれに付随する動きベクトルを選定することが可能となる。従来技術では、上記1)に記載したような動きベクトル候補の選定は開示しているが、その結果得られる動きベクトル自身の符号量コスト、MPEG-4符号化へのインパクトまでは評価されない。特に低レートのMPEG-4符号化を行うような場合には、動きベクトルの符号量の大きさを無視しにくくなるが、上記判定規範を用いることで、INTER、INTER4Vの動きベクトル候補のうち符号量と予測精度の最適なトレードオフを与えるものを選択することができる。また、INTRA、SKIPも同様の評価尺度で判定を行うようにすることで、同一の判定規範でMPEG-4符号化に用いるべき動きベクトルと符号化モードを一括して決定することができる。

【0056】

④. MPEG-4符号化処理

以上の結果、MPEG-4エンコーダ10には、入力圧縮データ1から抽出された動きベクトル情報、符号化モード情報を再利用する形で、動きベクトルマッピング情報11、符号化モード強制設定情報12が入力され、解像度変換後のMPEG-2復号画像9の符号化に用いられる。これらの情報は上記③で述べた手順に基づいて、符号化パラメータ判定部10Bにおける、MPEG-4の各マクロブロック単位に符号化に用いる符号化モードおよび動きベクトルの決定に利用される。

【0057】

その結果、INTER、INTER4Vのいずれかのモードの場合は動き補償部10Aで予測画像10Cが生成され、入力信号9との差分をとって予測残差信号が生成され、それがDCT部10D、量子化部10Eを経て可変長符号化部10JによってMPEG-4ビデオストリームの形式に配列される。【0058】

INTRAモードの場合は、入力信号9そのものがDCT、量子化されたのち可変長符

号化される。SKIPモードの場合は、当該マクロブロックがSKIPであることを示すフラグ(not_coded)のみをビットストリームに多重することで符号化を完了する

【0059】

量子化後の予測残差信号は、逆量子化部10F、逆DCT部10Gを経て予測残差信号復号値10Hに戻され、予測画像10Cと加算されたのち、以降のフレームのMCに用いるためにフレームメモリ10Mに格納される。なお、可変長符号化部10Jは、その内部にAC、DC成分の予測処理、DCT係数のランレンジス符号化のためのスキャニング処理を含む。

【0060】

また、可変長符号化部10Jの出力は、バッファリングされた後、伝送もしくは記録されることから、一般にバッファ占有量10Kに基づいた符号化制御を、符号化制御部10Lが実施する。ここでは、主としてフレームた、マクロブロックをラスタスキヤン順に複数個グルーピングした単位で、フレーム内での周辺画像領域との依存関係を断ち切ることで誤りからの早期復帰に用いられるビデオパケット、マクロブロックなどの単位で、量子化ステップパラメータ(Qp)10Nを決定する処理を行う。決定された量子化ステップパラメータ10Nは、量子化部10E、逆量子化部10Fへ入力されるとともに、上記入算出のため符号化パラメータ判定部10Bにも入力される。

【0061】

以上のべたように、本実施の形態1によれば、MPEG-2映像データからMPEG-4映像データへの変換動作を行うトランスコーダにより、MPEG-2データ中の動きベクトルや符号化モードの情報を再利用しながらMPEG-4符号化における最適な符号化モードならびに動きベクトルの決定を行うので、その結果、少ない演算量でトランスコード映像の品質を向上させることが可能である。

【0062】

特に、本実施の形態1では、演算負荷の大きい動きベクトル検出処理を簡略化したので、従来の単純動きベクトル再利用手法に比べてMPEG-2からMPEG-4への映像トランスコーディング品質を向上させることができる。

【0063】

なお、詳しくは述べなかったが、本構成によれば、符号化制御部10Lにおける量子化ステップパラメータ(Qp)10Nの決定プロセス、もしくはフレームやビデオパケット、マクロブロック等の設定単位と、上記③に述べたMPEG-2の動きベクトル・符号化モード情報再利用の方針とを密に連携させることで、さらに符号化効率の改善を行うことができる。

【0064】

また、上記では、MPEG-4シンプルプロファイルを前提として記載したが、本構成のトランスコーダは、MPEG-4アドバンスドシンプルプロファイルや、ITU-T H.263においてAnnex Fに記載される動き予測オプションをサポートするケースなど、MPEG-4シンプルプロファイルに準ずるあらゆる多モード符号化方式に適用可能である。

【0065】

実施の形態. 2

本実施の形態2では、解像度変換部6が、空間解像度変換部としてだけでなく、さらに時間解像度変換部として機能して、動き予測の影響が伝播するPフレームを間引くことによる時間解像度すなわちフレームレートの変換を行う実施の形態について説明する。なお、解像度変換部6は、空間解像度変換部および時間解像度変換部として機能しても良いし、空間解像度変換部としては機能せず時間解像度変換部としてのみ機能するようにしても勿論よい。

【0066】

図5に、本実施の形態2のトランスコーダの内部構成を示す。なお、本実施の形態2のトランスコーダの構成は、図1に示す実施の形態1のトランスコーダの内部構成と同じであり、解像度変換部6および動きベクトルマッピング部7の動作が、実施の形態1と異なるため、実施の形態1と異なる動作については詳細に説明する。

【0067】

次に動作を説明する。

①. 入力MPEG-2ビデオストリームの復号処理

実施の形態1と同じ動作である。

【0068】

②. 解像度変換処理

MPEG-2復号画像5は、解像度変換部6において、所定のダウンサンプルフィルタに基づいた画素間引きにより、縦横1/2の空間解像度へ縮小される。さらに、MPEG-4エンコーダ部10から通知される符号化フレーム指示情報13に基づいて、MPEG-4エンコーダ部10への入力信号9の入力フレームレートを制御する。本実施の形態2では、実施の形態1に述べたBフレームの間引き処理だけでなく、符号化フレーム指示情報13の指示次第でPフレームの間引きも行う構成とする。符号化フレーム指示情報13は、MPEG-4エンコーダ部10が固定フレームレートで符号化を行う場合には、その符号化フレームレート値を示し、MPEG-4エンコーダ部10が可変フレームレートで符号化を行う場合には、符号化対象となるフレームの表示時刻情報、あるいは直前のMPEG-4符号化フレームからのフレーム数オフセット情報などを示す。

【0069】

③. 動きベクトルマッピングおよび符号化モード選択処理

以下、本実施の形態2のポイントである、動きベクトルマッピング処理ならびに符号化モード選択処理について説明する。本プロセスは、図5における動きベクトルマッピング部7、符号化モード推定部8、およびMPEG-4エンコーダ部10の構成要素である符号化パラメータ判定部10Bとの連携によって実行される。

【0070】

図6に、本プロセスに関する動作フローチャートを示す。

MPEG-2復号画像5とMPEG-4エンコーダ部入力信号9とは、空間解像度が縦横1/2であるので、以下説明する処理手順は、MPEG-2の 2×2 個のマクロブロック、すなわち、MPEG-4の1マクロブロックを単位として実行されるものとする(図3参照のこと)。

【0071】

1) 事前の強制符号化モード判定

まず、符号化モード推定部8において、図3に示すMPEG-2の 2×2 マクロブロ

ック内の符号化モード分布の様子を調べる。

【0072】

図7に、図5に示す実施の形態2のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムにおける符号化モード推定部8のMPEG-2符号化モードの監視動作を示す。

図7に示すように、本実施の形態2では、符号化フレーム指示情報13に基づき、直前にMPEG-4符号化の対象となったフレーム以降、現在符号化対象となるフレームに至るまでのフレーム間引きの間、MPEG-2符号化モードの監視を行う(ステップS12、S13)。MPEG-2の4つのマクロブロックすべてがINTRAモードになる場合が1回でもあれば、MPEG-4符号化で用いるべき変換後の符号化モードは強制的にINTRAモードとする。

【0073】

一方、4つのマクロブロックすべてがSKIPモードになる場合については、直前にMPEG-4符号化の対象となったフレーム以降、現在符号化対象となるフレームに至るまでフレーム間引きの間、常にSKIPが継続する場合についてはMPEG-4符号化で用いるべき符号化モードは強制的にSKIPとし、一回でもSKIPでないケースがある場合はINTERモードの可能性を検討するものとする。ただし、フレーム間引きを行っている間のMPEG-2符号化モードの監視はPフレームについてのみ行うものとし、IフレームはそのままIフレームとして間引きを行わずにMPEG-4符号化を行い、MPEG-2符号化モードの監視をリセットする(ステップS14、S15)。強制的にINTRAまたはSKIPとなる場合については、動きベクトルはすべてゼロとし、以降のステップをスキップする。

【0074】

したがって、符号化モード推定部8の出力12には、強制的にINTRA、強制的にSKIP、もしくはINTERモードの可能性がある、という3ケースの選択肢が出力される(ステップS0)。

【0075】

この結果、INTERモードの可能性を検討すると判断されたケースについてのみ、以下の手順2)以降のプロセスに従い、とりうるMPEG-4符号化モードのうち符号

化効率の意味で最適なモードを再度決定する。

【0076】

2) 動きベクトル候補の選定

上記1)においてINTERモードの利用価値があると判断された場合は、図8に示すように、符号化フレーム指示情報13に基づき、直前にMPEG-4符号化の対象となったフレーム以降、現在符号化対象となるフレームに至るまでのフレーム間引きの間、MPEG-2動きベクトルの監視を行う(ステップS12、S13)。監視の結果得られるMPEG-2動きベクトルから、MPEG-4エンコーダ部10にて用いる動きベクトルの候補を定める。本プロセスは、動きベクトルマッピング部7において実施される。上記1)の結果から、本プロセスでは、原則、フレーム間引きが行なわれる間のMPEG-2の符号化モードとしてSKIPモードもしくはINTERモードが発生するケースを考慮することになる。そこで、以下のルールを適用する。

【0077】

ルール1：符号化対象マクロブロックの動きベクトル候補は、フレームレート変換の結果間引かれるフレームの同一空間位置に存在するマクロブロックの動きベクトルを下式による累積することで求める。

【0078】

【数3】

$$v_{MPEG4} = \sum_k S(v_{MPEG2}^k)$$

【0079】

ここで、 v_{MPEG4} は、MPEG-4符号化対象マクロブロックの動きベクトル候補、 k はフレームレート変換の結果間引かれるフレームのカウンタ、 $S(*)$ は解像度にあわせた動きベクトルのスケーリング、 v_{MPEG2}^k はMPEG-4符号化対象マクロブロック領域に対応するMPEG-2の動きベクトルを表す。ただし、 v_{MPEG4} にはINTER、INTER4Vの2種類があり、実施の形態1の2-2)に述べたように、まずINTER4Vの動きベクトル候補を求めたのち、INTER動きベクトル候補を定める。(ステップS1、S2)

【0080】

ルール2： $S(v_{MPEG2}^k)$ は、インタレース符号化に伴うフレーム・フィールド

ベクトルの違いを考慮して、実施の形態1における2-1)のルールに従うスケーリング処理を行う。

【0081】

ルール3：フレームカウンタkのいずれかの時点で、SKIPモードが発生する場合は、累積すべき動きベクトル v^k_{MPEG2} はゼロとする。

【0082】

ルール4：IフレームではMPEG-2動きベクトルの監視ならびに上記動きベクトル累積をリセットする(ステップS14、S15)。

【0083】

3) 符号化モード判定

上記2)により、MPEG-4のINTERおよびINTER4Vで利用すべき動きベクトルの候補が選定されたため、残る符号化モードの可能性としてINTRA、SKIPのうち、最も符号化効率のよいモードを選択する(ステップS3～S11)。この結果として、最終的な符号化モードと動きベクトルが決定される。この処理は、符号化パラメータ判定部10Bで実行される。以下、符号化パラメータ判定部10Bにおける処理は実施の形態1の3)に準ずる。ただし、動き予測に用いる参照画像は、現在符号化対象となるフレームの直前にMPEG-4符号化されたフレームの局所復号画像を用いることになる。

【0084】

以上の手順により、本実施の形態2によれば、Pフレームの間引きを伴う時間解像度すなわちフレームレート変換を実行するトランスコーディングに際しても、MPEG-4符号化においてとりうるすべての符号化モードを対象として最適なモード選択ならびにそれに付随する動きベクトルを選定することが可能となる。

【0085】

特に、本実施の形態2では、Pフレームの間引きを行うトランスコーダにおいても、演算負荷の大きい動きベクトル検出処理を簡略化したので、従来の単純動きベクトル再利用手法に比べてMPEG-2からMPEG-4への映像トランスコーディング品質を向上させることができる。

【0086】

なお、上記では、MPEG-4シンプルプロファイルを前提として記載したが、本構成のトランスコーダは、MPEG-4アドバンスドシンプルプロファイルや、ITU-T H.263においてAnnex Fに記載される動き予測オプションをサポートするケースなど、MPEG-4シンプルプロファイルに準ずるあらゆる多モード符号化方式に適用可能で、本発明は、MC+DCT映像符号化方式を対象とするトランスコーディング全般について適用可能である。

【0087】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、第1の映像符号化方式における所定部分領域単位の符号化パラメータである動きベクトルから、第2の映像符号化方式における所定の部分領域の単位で用いる動きベクトルの候補を生成し、生成した第2の映像符号化方式における動きベクトルの候補のうち、該動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値と、該動きベクトル候補を用いることによる動きベクトル符号量を評価する値と等に基づいて、第2の映像符号化方式において使用する動きベクトル等を決定するようにしたので、第2の映像符号化方式における符号化性能のインパクトを考慮した動きベクトル等を変換することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1におけるMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムの内部構成を示す図面である。

【図2】 図1に示す実施の形態1のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムにおける動きベクトルマッピングおよび符号化モード判定処理の動作フローを示す図面である。

【図3】 図1に示す実施の形態1のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングにおける、解像度変換を伴うトランスコーディング単位を示す図面である。

【図4】 MPEG-2ビデオ符号化における動き予測モードの種別を説明する図面である。

【図5】 実施の形態2におけるMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムの内部構成を示す図面である。

【図6】 図5に示す実施の形態2のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムにおける動きベクトルマッピングおよび符号化モード判定処理の動作フローを示す図面である。

【図7】 図5に示す実施の形態2のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムにおける符号化モード推定部8のMPEG-2符号化モードの監視動作を示す図面である。

【図8】 図5に示す実施の形態2のMPEG-2/MPEG-4ビデオトランスコーディングシステムにおける動きベクトルマッピング部7のMPEG-2動きベクトルの監視動作を示す図面である。

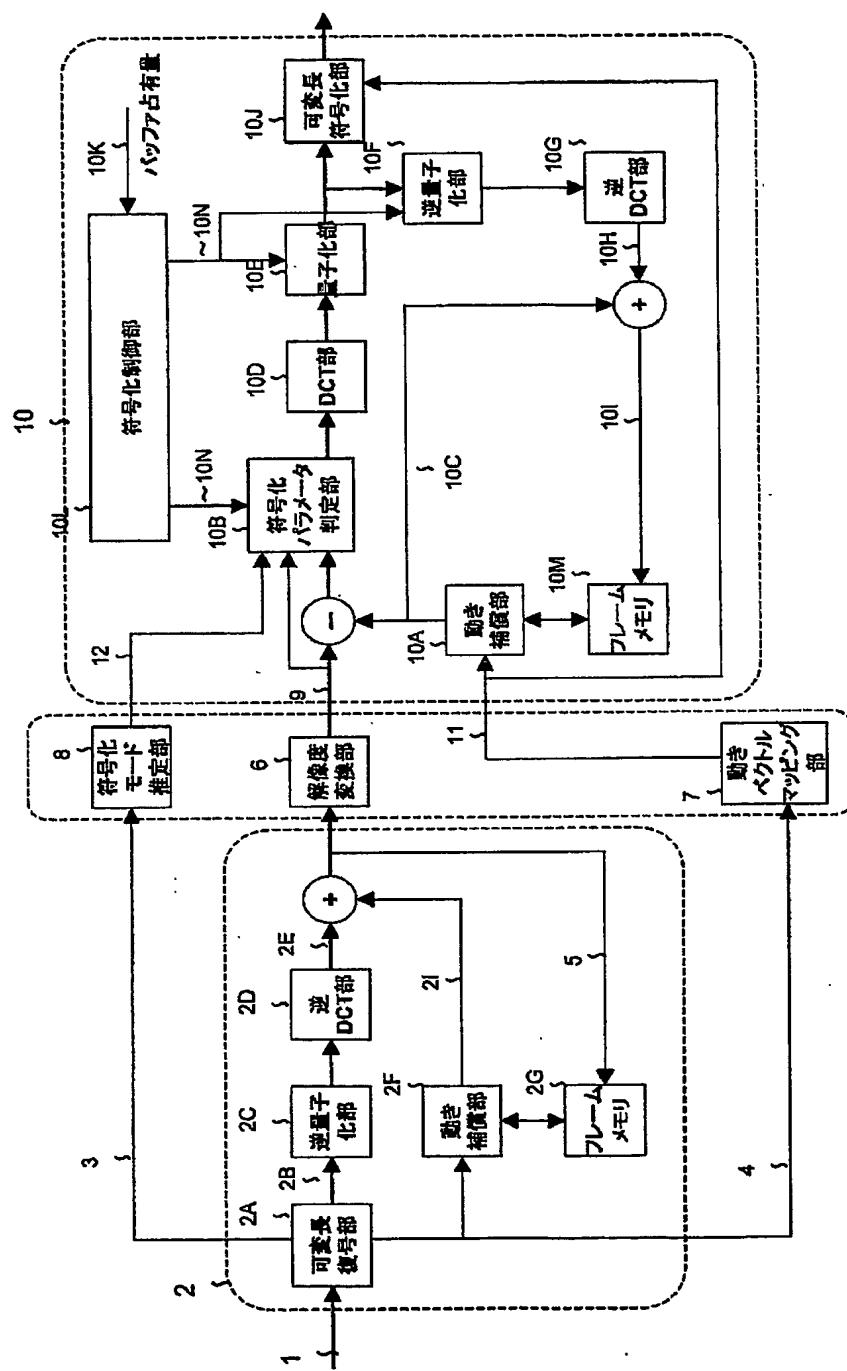
【符号の説明】

2 MPEG-2デコーダ部、6 解像度変換部（空間解像度変換部、時間解像度変換部）、7 動きベクトルマッピング部、8 符号化モード推定部 10B 符号化パラメータ判定部、10 MPEG-4エンコーダ部。

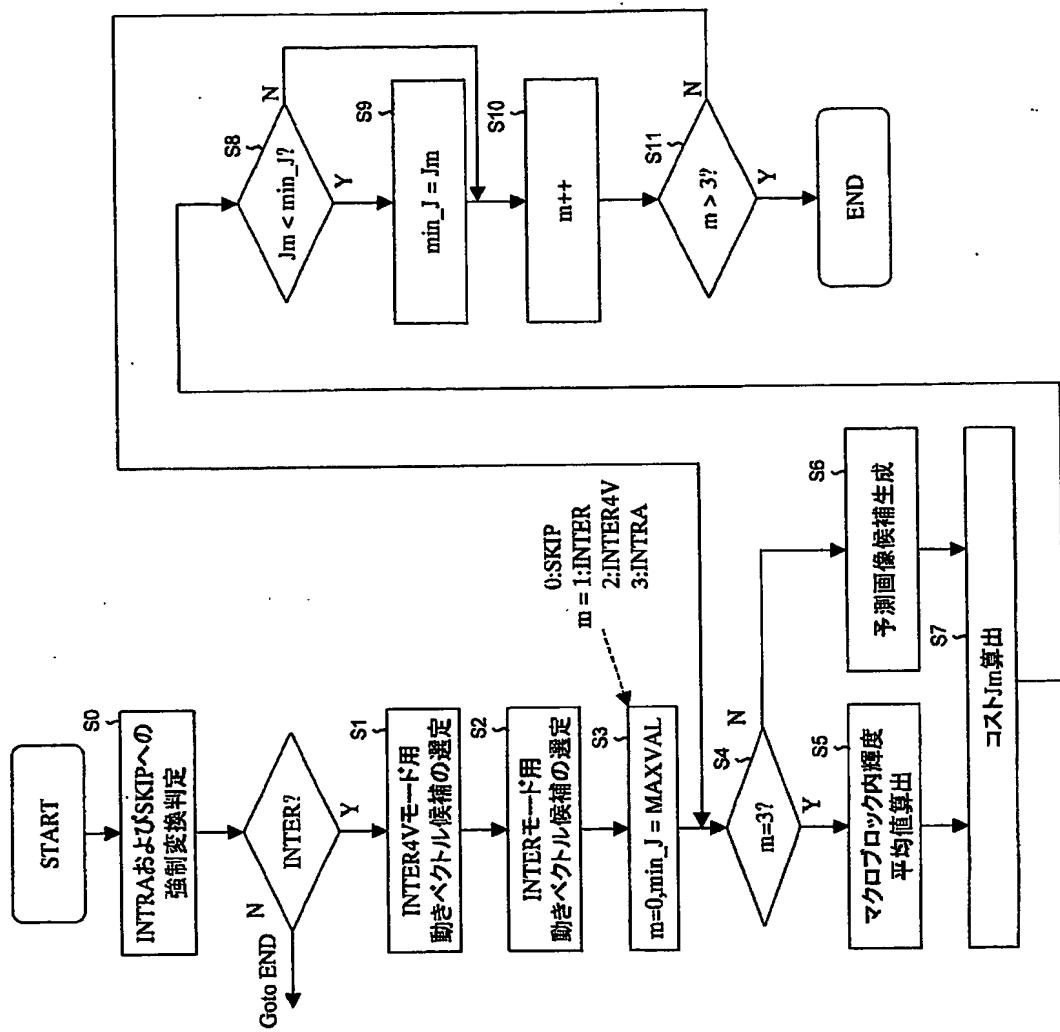
【書類名】

図面

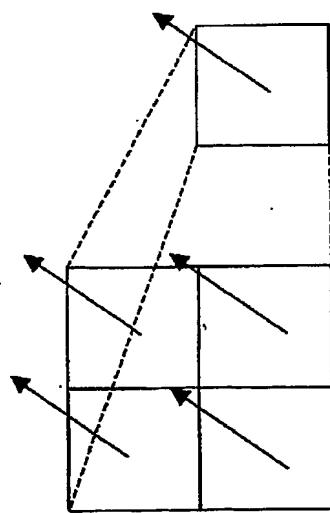
【図1】



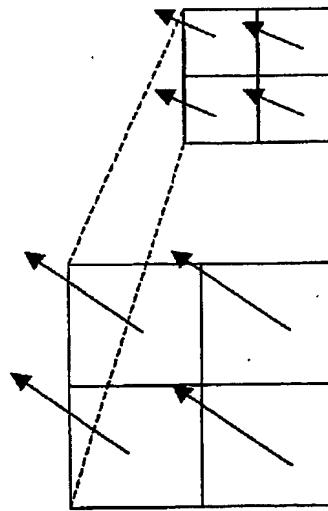
【図2】



【図3】

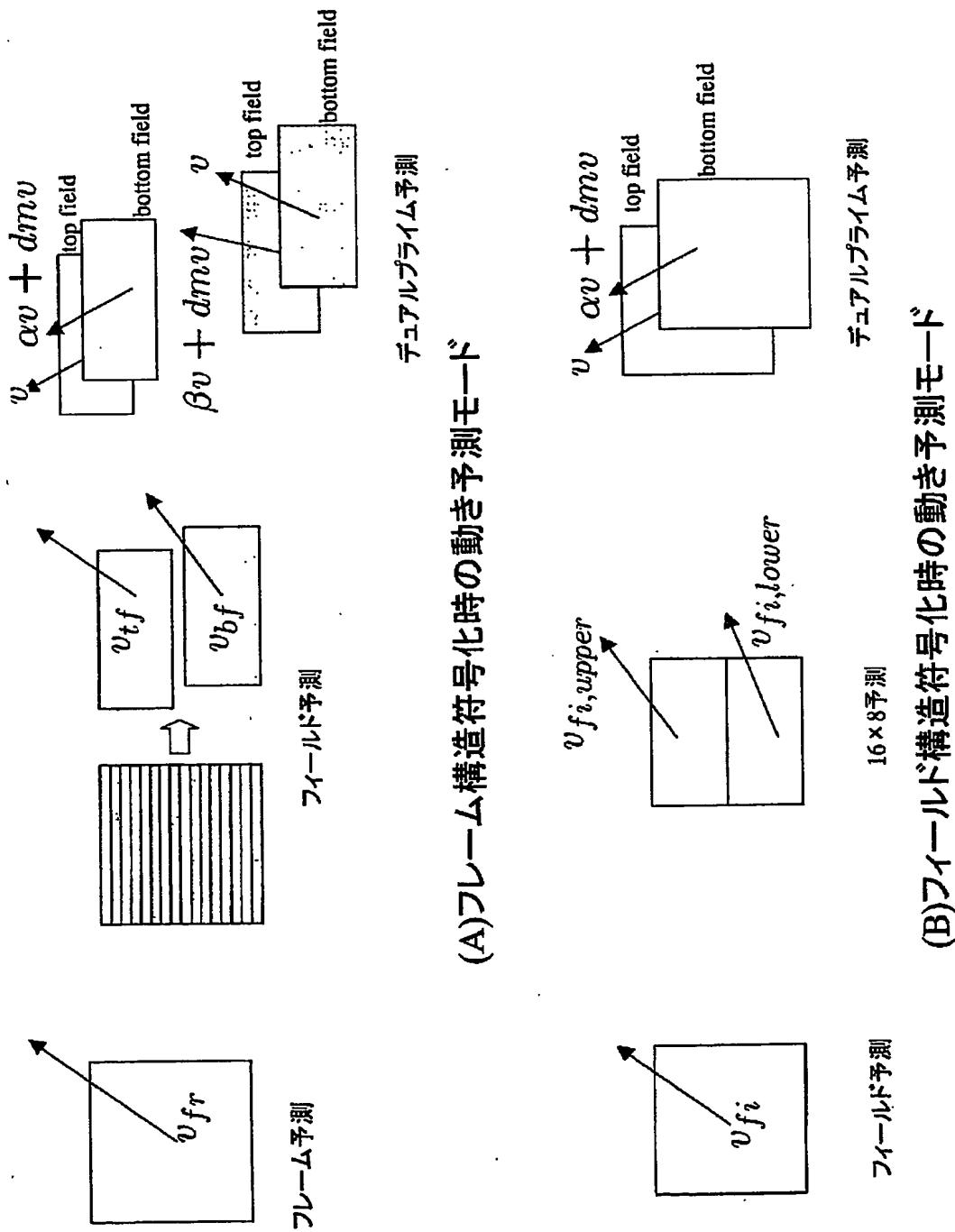


(A) MPEG-2動きベクトルから1本のMPEG-4動きベクトルへの変換

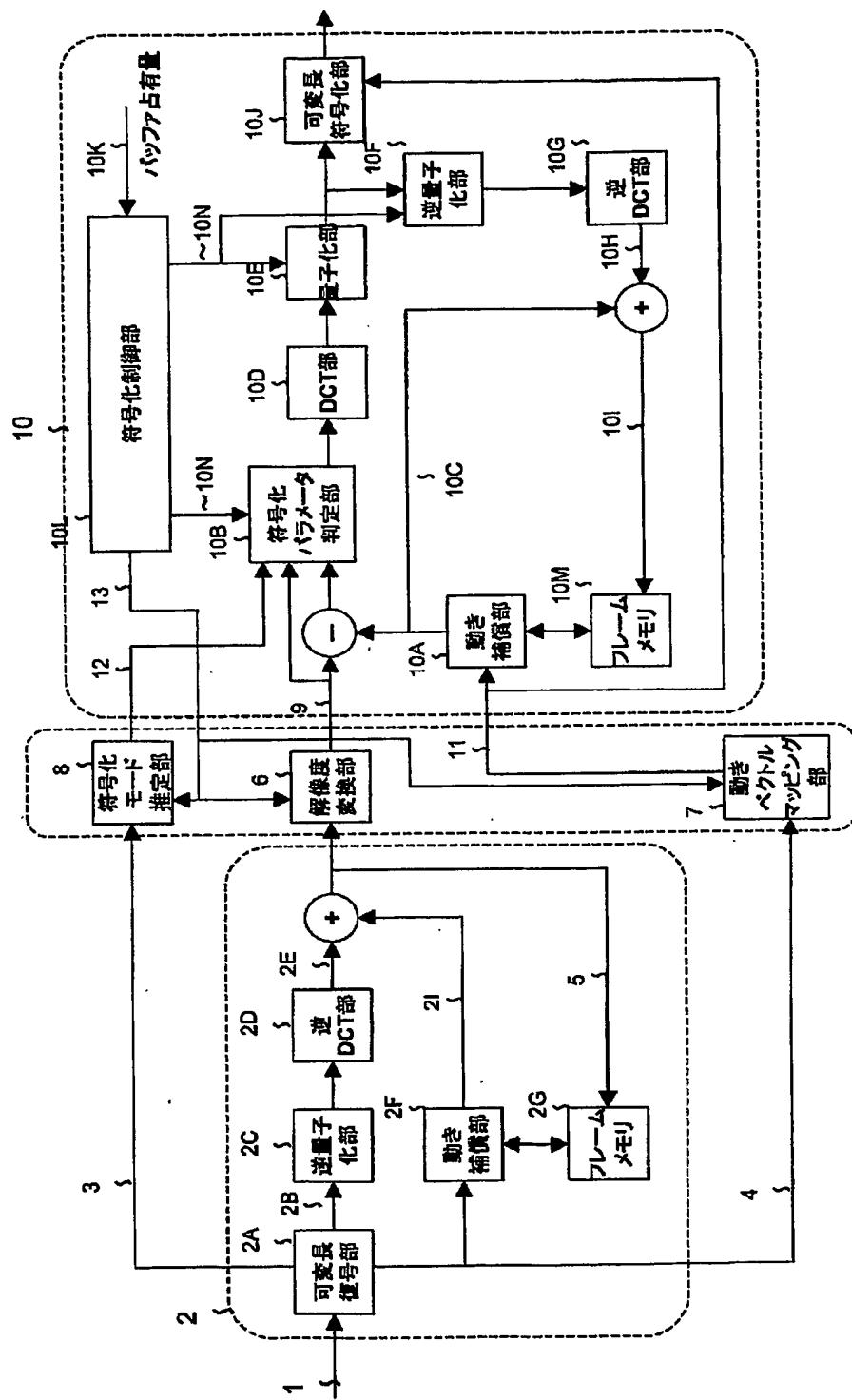


(B) MPEG-2動きベクトルから4本のMPEG-4動きベクトルへの変換

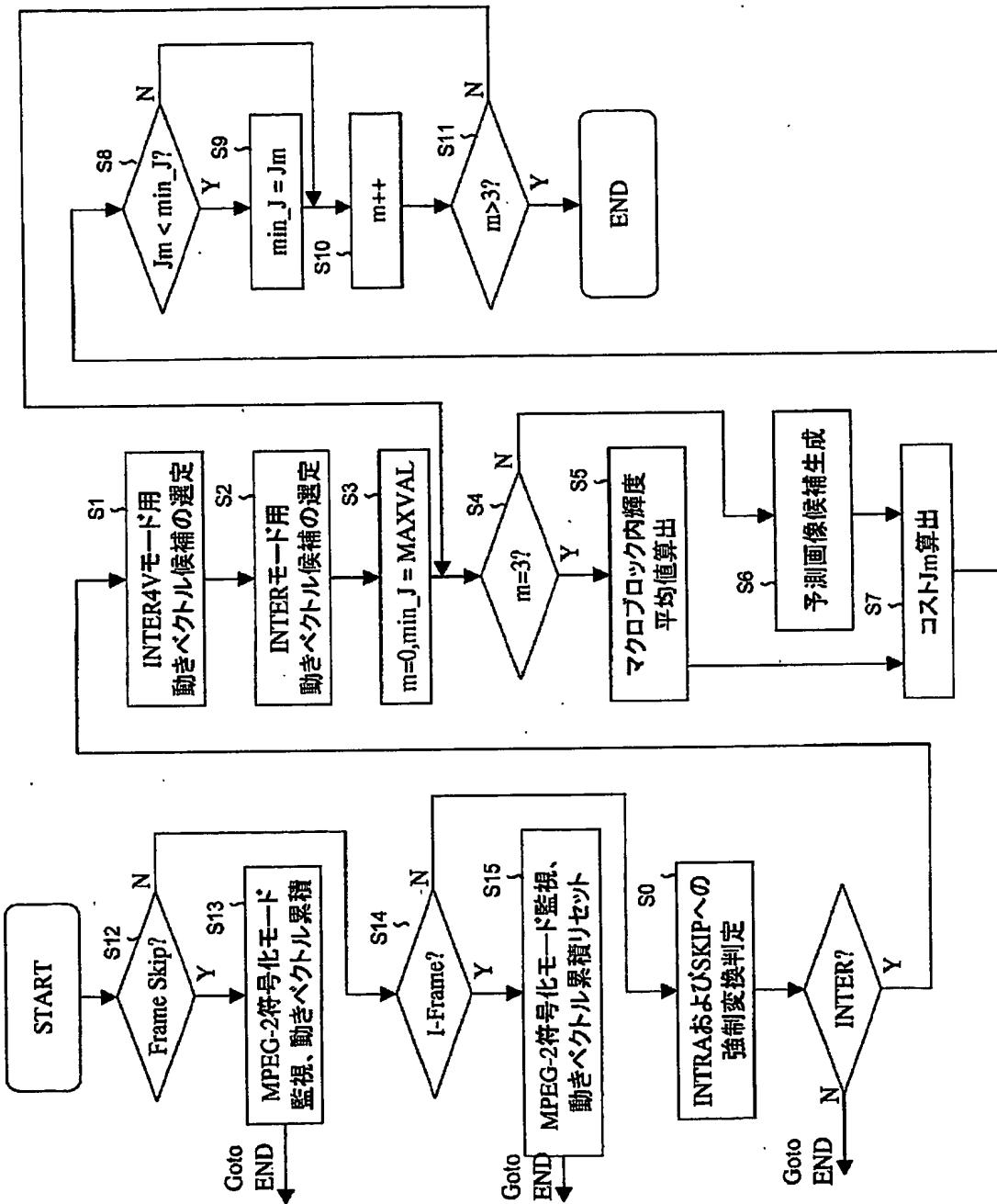
【図4】



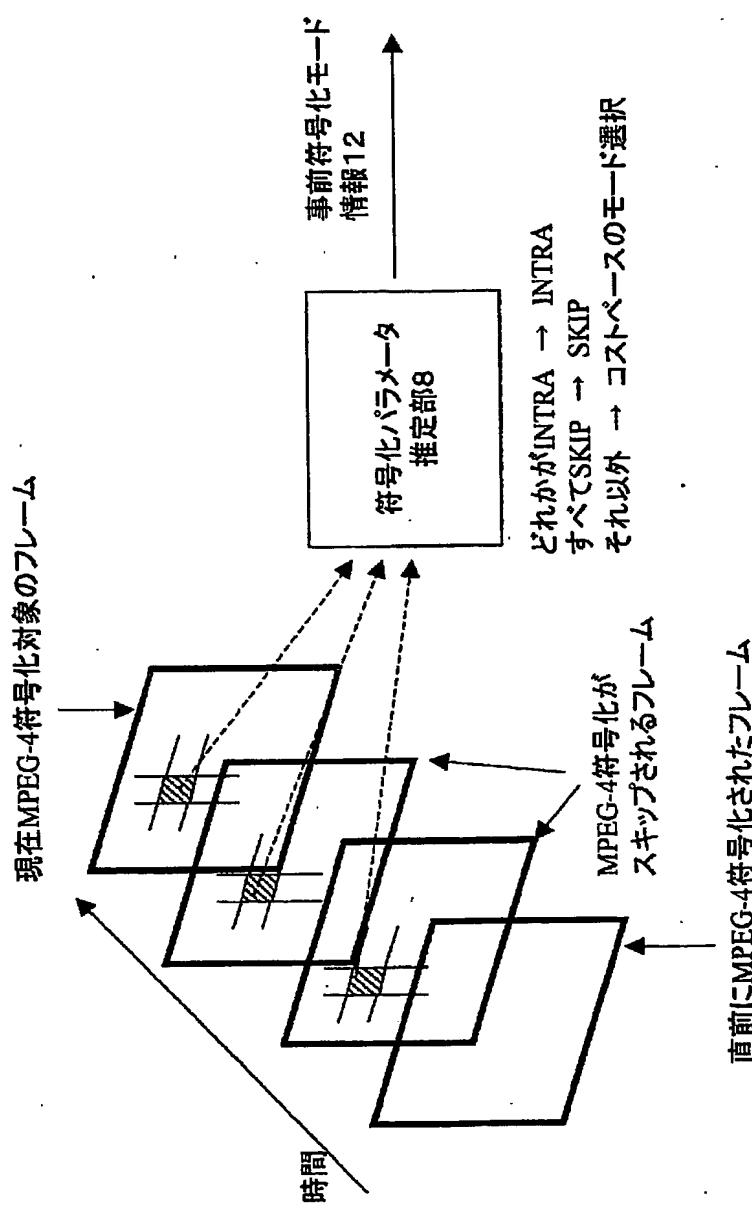
【図5】



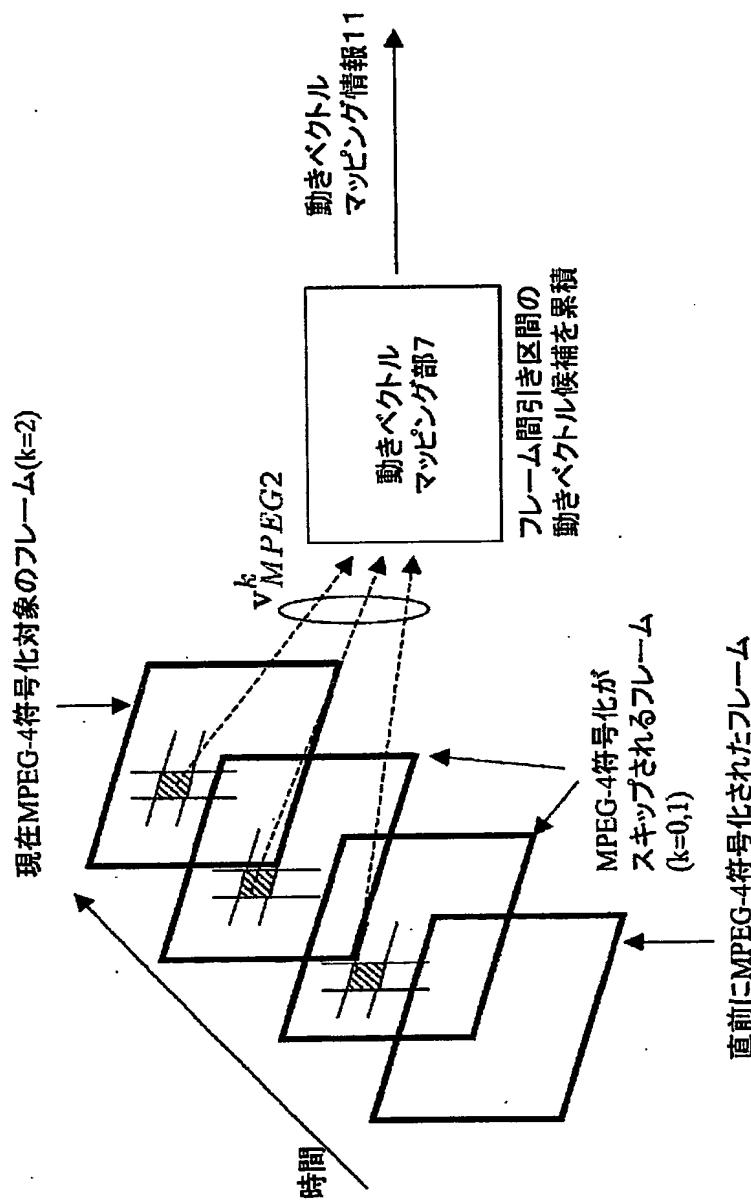
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 トランスコーディングシステムにおいて従来技術では十分に検討されなかった第2の映像符号化方式へのインパクトを考慮する。

【解決手段】 MPEG-2デコーダ部2では、可変長復号部2AがMPEG-2規格に従い入力圧縮データ1のシンタックス解析を行ない、符号化モード情報3および動きベクトル情報4、予測残差信号2Bを生成する。予測残差信号2Bは逆量子化部2C等を経て復号画像5となり、解像度変換部6を介しMPEG-4エンコーダ部10へ入力する。MPEG-4エンコーダ部10では、符号化パラメータ判定部10Bが動きベクトルマッピング部7が生成した動きベクトル候補を用いた場合の予測効率を評価する予測誤差評価値と、該動きベクトル候補を用いることによる動きベクトル符号量を評価する値とに基づいて、動きベクトルを決定する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社